

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PHYSIOLOGISCHE RUHEHALTUNG
DES UNTERKIEFERS

VON

DORIS KÖPPEN

1967

INHALTSÜBERSICHT

DORIS KÖPPEN
Zahnärztin aus Tuttlingen

Dekan: Prof. Dr. Diethelm
Referent: Priv. Doz. Prof. Dr. L. Hupfaut
Korreferent: Prof. Dr. F. Jung
Tag der mündlichen Prüfung: 16. Dezember 1967



Gesamtherstellung: Ditters Bürodienst Mainz

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Einleitung und Zweck der Untersuchungen	1
2. Bisherige Untersuchungen	3
3. Die Abstandshaltung des Unterkiefers	5
4. Eigene Untersuchungen	6
5. Auswertung der Untersuchungen	8
6. Diskussion	16
7. Zusammenfassung	16
8. Schrifttum	22

1. EINLEITUNG UND ZWECK DER UNTERSUCHUNG

Die physiologische Ruhelage des Unterkiefers wird als Zustand definiert, bei dem sich Schließmuskeln und Öffnungsmuskulatur in einer Gleichgewichtslage befinden, wobei keine Berührung der Zahnreihe vorhanden ist. Auf die Bedeutung der physiologischen Ruhelage wurde erstmals von NISWONGER (33) hingewiesen. Er beschreibt zwei Ruhelagen mit einem größeren und kleineren Abstand zum Oberkiefer, die er aber nicht näher definiert. JUNG (23) ist der Ansicht, daß damit wahrscheinlich die beiden Lagen, bedingt durch die unterschiedliche Haltung der Zunge, gemeint sind. JUNG (23) führt aus: "Die erste mit dem größeren Abstand zum Oberkiefer kommt dadurch zustande, daß die mit Speichel befeuchteten Lippen während der Ruhelage des Unterkiefers bei geöffnetem Mund, wobei der Abstand der oberen und unteren Schneidezahnkanten etwa 20 mm beträgt, aktiv geschlossen wird. Die Lippen verbleiben nach Entspannung des musculus orbicularis durch den Speichelfilm in Kontakt, wobei die Zunge nicht an den Gaumen angelegt wird, sondern innerhalb der unteren Zahnreihen liegen bleibt. Der Schneidezahnkantenabstand verringert sich durch den Lippenschluß etwa um die Hälfte, also auf etwa 10 mm.

Für die Bestimmung der Bißhöhe wird aber in der Regel die Ruhelage des Unterkiefers mit dem kleineren Abstand zum Oberkiefer herangezogen, die zustande kommt, wenn die Muskulatur weitestgehend entspannt wird, der zwanglose Lippenschluß aber gewährleistet ist" (zitiert nach JUNG (23)).

Die Bedeutung der physiologischen Ruhelage für das natürliche Gebiß muß in der Entlastung und Gesunderhaltung der Periodontien gesehen werden. Stehen die Zähne in dauerndem Kontakt, wie dies z. B. bei Knirschern und Pressern der Fall ist, dann können durch die ununterbrochene Druckbelastung der Gefäße Ernährungsstörungen auftreten, der Veränderungen folgen im Sinne einer Parodontose. Für die prothetische Zahnheilkunde wäre es von Bedeutung, wenn eine gewisse Konstanz der Ruheschwebe bestünde.

Beim zahnlosen Patienten findet man keine direkten Anhaltspunkte für die Bißhöhe. Wird sie fehlerhaft registriert, kann die Adaption des Zahnersatzes erschwert werden. So ist das "Klappern" der künstlichen Zähne beim Sprechen, das beschleunigte Absinken des Zahnersatzes, die Rötung circumscripter Schleimhautbezirke unter der Prothesenbasis, aber auch das Brennen der Schleimhaut, für das oft der Reiz des Kunststoffes verantwortlich gemacht

wird, auf ein Überschreiten der physiologischen Ruhelage mit einem gingival getragenen Ersatz zurückzuführen (HUPFAUF (17)). Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß eine überhöhte Bißhöhe einen hohen künstlichen Alveolarfortsatz und damit ungünstige Hebelverhältnisse, sowie eine unerwünschte Eigenschwere der Prothese bedingt (REICHENBACH (38)). Auch hat sich ein großer Teil der Muskelfibrillen kontrahiert, ehe die Nahrung zerkleinert ist. Ihre Arbeitsleistung wird dadurch herabgesetzt. Gleichzeitig tritt das Gelenkköpfchen aus der Gelenkgrube nach vorne, wodurch es zu Gelenkbeschwerden kommen kann.

Bei zu niedrig gewählter Bißhöhe bekommen die Patienten ein verkniffenes Aussehen. Außerdem tritt infolge übermäßiger Kontraktion der Muskulatur eine leichte und schnelle Ermüdung ein. Der Kauakt kann dadurch nur unvollständig durchgeführt und die Nahrung unvollkommen zerkleinert werden. Das Caput mandibulae wird durch die zu niedrig gewählte Bißhöhe in der Gelenkgrube nach dorsal gedrückt. Wir haben, wie bei der überhöhten Bißhöhe, mit Überbelastung, Gelenkveränderungen und Schmerzzuständen zu rechnen. Nach BOOS (3) muß der interokklusale Ruhespalt erhalten werden, um eine kontinuierliche Krafteinwirkung auf die Zähne und ihren Stützapparat zu vermeiden.

Auch in kieferorthopädischer Hinsicht spielt die Abstandshaltung des Unterkiefers eine Rolle. So ist nach HOTZ (16) die Ruheschwebe für die Diagnose und Prognose der kieferorthopädischen Behandlung des Tiefbisses entscheidend. Er unterscheidet mit deren Hilfe den echten von dem Pseudotiefbiß. Weiterhin ist er der Ansicht, daß im kindlichen Alter gewisse exogene Faktoren wie Lutschen, Mundatmen, Zwangsbißführung u. a. die Ruhelage des Unterkiefers dauernd verändern. HOTZ (16) meint: "Es ist anzunehmen, daß die Wirkung solcher Faktoren nicht unerheblich ist und daß die Ruhelage des Unterkiefers nicht nur genotypisch sondern auch phänotypisch beeinflusst ist."

JUNG (21) macht darauf aufmerksam, daß die physiologische Ruhelage einen mesialen oder distalen Zwangsbiß, aber auch eine laterale Verlagerung des Unterkiefers entschleiern kann.

Da die Ruheschwebe des Unterkiefers bei der Bestimmung der Bißhöhe als Kriterium herangezogen wird, soll festgestellt werden, ob und in welchem Ausmaß sie Schwankungen unterworfen ist. Zu diesem Zweck wurde die Abstandshaltung des Unterkiefers bei bezahnten Patienten verschiedener Altersgruppen untersucht.

2. BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN

Selbstverständlich hat es nicht an Versuchen gefehlt, auf der Grundlage ästhetischer Beobachtungen, unterstützt durch metrisches Vorgehen, eine anwendbare Formel für die Bestimmung der durch Zahnverlust verlorengegangenen Bißhöhe zu finden. Hierzu kann man die von JUPITZ (zit. nach PARADIES (34)) empfohlene Arbeitsweise zählen, die Bißhöhe auf Grund der Regel des goldenen Schnittes festzulegen. Diese Regel besagt, daß bei einer gegebenen Strecke sich die ganze Strecke zum größeren Teil verhält, wie dieser zum kleineren Teil.

Bei der prothetischen Behandlung führt die Beachtung dieser Regel leider oft zu unzureichenden Ergebnissen.

Deckbiß und offener Biß entstehen durch gestörtes Höhenwachstum des Gesichtsschädels, so daß bei diesen Kompressionsanomalien ein gestörtes Verhältnis vom Gebiß zum Gesichtsschädel vorliegt.

Eine weitere Methode zur Bestimmung der Bißhöhe am Patienten basiert auf phonetischen Grundlagen, indem man Konsonanten wie "m" oder "n" aussprechen läßt. So versuchten GYSI (15), WILD (50) u. a. mit Hilfe phonetischer Gesichtspunkte eine optimale Lage vom Unterkiefer zum Gesichtsschädel zu ermitteln.

BOOS (3) und REICHENBACH (38) versuchten, die Bißhöhe mit Hilfe des Kaudruckes festzulegen. BOOS (3) stellt die Muskelfunktion und die richtige Gelenklage in den Mittelpunkt und bedient sich hierzu eines Gnathodynamometers. REICHENBACH (38) fordert dagegen eine Bißhöhe, bei der der größtmögliche Kaudruck ausgeübt wird. Er zieht zur Phonation noch ästhetische Gesichtspunkte heran.

Die Reihe der Verfahren ließe sich noch weiter fortführen, doch würde es sich hierbei um Modifikationen bereits erwähnter Methoden handeln.

Von den aufgezählten Verfahren weicht die Bestimmung der Bißhöhe mit Hilfe der physiologischen Ruhelage wesentlich ab. Seit einigen Jahren wird dieses Verfahren immer häufiger für die zahnärztlich prothetische Behandlung verwendet.

Die einfachste Methode, die Ruhelage zu bestimmen, besteht darin, die Finger auf den Musculus Masseter oder Musculus Temporalis zu legen und den Patienten schlucken zu lassen. Man fühlt, daß sich die Muskeln kontrahieren

und die Zähne okkludieren. Wenn die Muskeln erschlaffen, geht der Unterkiefer in die physiologische Ruheschewebe zurück.

Der extraoralen Messung bedienten sich NISWONGER (33), PLEASURE (35) u. a. Sie markieren auf der Außenhaut an Oberkiefer und Unterkiefer Punkte und messen den interokklusalen Ruhespalt bei möglichst entspannter Haltung des Patienten.

RICKETTS (40) fixiert das Kinn, unter welchem sich ein Teller mit dünnem Gipsbrei befindet. Anschließend füllt er den interokklusalen Ruhespalt bei festgestelltem Kinn mit Gipsbrei aus. Auch BOOS (3) spritzt in den erhaltenen interokklusalen Ruhespalt Gipsbrei und legt diesen damit fest.

1931 führt BROADBENT (4) röntgenologisch-kephalometrische Untersuchungen durch. Auf Grund seiner Methode wiesen BRODIE und SERNAT (5) nach, daß die Lage des Unterkiefers vom dritten Lebensmonat an festliegt und daß seine Korrelation zum übrigen Gesichtsschädel im Lauf seiner Weiterentwicklung keine Veränderung erfährt.

Auch THOMPSON (49) stellt auf Grund seiner röntgenologischen Untersuchungen fest, daß der Unterkiefer seine richtige Lage zum Kopf vom dritten Lebensmonat an einnimmt und sie danach nicht mehr verändert. Er führt aus: "Trotz des Fehlens aller Milch- und bleibenden Zähne ändert der Unterkiefer seine Form nicht. Weiterhin behält dieser eine konstante vertikale und horizontale Beziehung zum Oberkiefer und Cranium bei" (zitiert nach THOMPSON (49)). RICKETTS (40) konnte durch seine Untersuchungen das Gegenteil nachweisen. Die klinischen Erfahrungen (WILD (50), HOTZ (16), REICHBORN-KJENNERUD (37)) scheinen die Untersuchungen von RICKETTS (40) zu bestätigen. HUPFAUF (18) ist ebenfalls der Ansicht, "daß mit zunehmendem Alter ein gewisser Tonusschwund der Muskulatur eintritt" (zit. nach HUPFAUF (18)), worauf er eine Vergrößerung des interokklusalen Ruhespalt zurückführt.

Außer den extraoralen Messungen besitzen alle Verfahren den Nachteil, daß die Patienten durch den apparativen Aufwand irritiert werden. Nach NAWRATH (32) lassen sich außerdem die durch die röntgenologische Methode erhaltenen geringfügigen Veränderungen schwer längenmetrisch vergleichen. Aus diesem Grund ist die extraorale Messung allein zweckmäßig und erfolgversprechend.

GÖPFERT (14), JARABAK (20), GARNICK und RAMFJORD (13), MOYERS (31), ESCHLER (19), KRAFT (27) u. a. zeigten mit Hilfe der Elektromyographie, daß geringfügige langsame Bewegungen, wie sie von der Ruhelage zum Schlußbiß ausgeführt werden, teilweise keine meßbaren Potential-

differenzen ergeben. Damit bestätigt sich die Auffassung, daß der Skelettmuskulatur, also auch der Kaumuskulatur selbst bei völliger Ruhe Impulse zufließen, die sie in einem mehr oder weniger merklichen Spannungszustand halten. Diese Impulse sind für den Muskeltonus verantwortlich.

3. DIE ABSTANDSHALTUNG DES UNTERKIEFERS

Die Differenz zwischen der sogenannten Abstandshaltung des Unterkiefers und dem Schlußbiß, bei dem die Zähne den größtmöglichen Kontakt untereinander aufweisen, wird als interokklusaler Spalt bezeichnet. Im anglo-amerikanischen Schrifttum auch "free-way-space" genannt, beträgt die Differenz im Frontzahnggebiet durchschnittlich 2-3 mm. Nach KEMENY (25) ist sie bei Kopfbiß am geringsten, bei genuinem tiefem Biß am stärksten ausgeprägt.

SCHWARTZ (42) und HOTZ (16) machen darauf aufmerksam, daß die Ruhelage des Unterkiefers mit der Kopfhaltung in Beziehung steht. HOTZ (16) weist darauf hin, daß das atlantooccipitale Gelenk nicht zentrisch, sondern im hinteren Drittel der Schädelbasis liegt. Das Abkippen des Schädels nach vorne und unten wird durch einen Muskelring verhindert, in den Kopf und Unterkiefer zusammen eingeschaltet sind. Dieser Muskelring zieht vom vorderen Schultergürtel über die Zungenbein- und Kaumuskulatur, wird durch die Schädelbasis unterbrochen und erstreckt sich über die Nackenmuskeln zum hinteren Schultergürtel. Um den Schädel in aufrechter Lage festzuhalten, besitzt jedes Muskelglied der Kette einen bestimmten gegenseitig aufeinander abgestimmten Kontraktionszustand. Der Tonus dieser Muskelgruppe ist so aufeinander abgestimmt, daß sich die oberen und unteren Zahnreihen bei aufrechter, entspannter Körperhaltung nicht berühren.

Sämtliche Muskelglieder befinden sich in gegenseitiger funktioneller Abhängigkeit. Eine Neigung oder Drehung des Kopfes führt zwangsläufig zu Tonusänderungen im ganzen System.

Diese Überlegungen wurden den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit zu Grunde gelegt.

4. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Zweck der Messungen war, bei verschiedenen Altersgruppen die Schwankungen der Abstandshaltung des Unterkiefers, unter möglichst vollkommener Ausschaltung aller Fehlerquellen, zu messen.

Weiterhin soll festgestellt werden, ob sich bei verschiedener Kopfhaltung des Probanden die interokklusale Werte verändern und zwischen den verschiedenen Altersgruppen unterschiedliche Meßwerte ergeben.

Es wird außerdem untersucht, ob der interokklusale Spalt während verschiedener Tageszeiten und an verschiedenen Tagen differiert und sich die Werte durch die Auswahl der Markierungspunkte unterscheiden.

Die Untersuchungen wurden an Patienten verschiedener Altersgruppen durchgeführt, und zwar umfaßten sie 5 Gruppen mit je 30 Probanden folgender Altersstufen:

Gruppe I	Kinder von 12 - 15 Jahren
Gruppe II	Erwachsene von 20 - 25 Jahren
Gruppe III	Erwachsene von 40 - 45 Jahren
Gruppe IV	Erwachsene ab 55 Jahren
Gruppe V	Erwachsene mit unbezahnten Kiefern.

Bei Gruppe V konnte lediglich die physiologische Ruhelage mit der Bißhöhe des Zahnersatzes in situ verglichen werden. Die ermittelten Differenzen waren durch die Schwundvorgänge am Prothesenlager oft großen Schwankungen unterworfen. Eine weitere Unsicherheit kommt auch dadurch hinzu, daß bei Totalprothesenträgern nicht mehr feststellbar ist, ob die Bißhöhe vorher richtig festgelegt worden war. Eine Auswertung erschien deshalb nicht sinnvoll.

Die Durchführung der Untersuchungen bei den Kindern war mit Schwierigkeiten verbunden. Es brauchte viel Geduld und Zeit, um den Kindern verständlich zu machen, worauf es bei den Messungen ankam. Vor Beginn der Messungen mußte mit ihnen geübt werden, damit diese wußten, wie die jeweils geforderte Lage des Unterkiefers einzunehmen war.

Die Messungen wurden bei jedem Probanden an drei Tagen vorgenommen und jeweils morgens, mittags und abends durchgeführt. Jede Messung wurde zweimal wiederholt und daraus der Mittelwert errechnet.

Vor Beginn der Messungen mußte eine Farbe gefunden werden, die sich auf die Haut auftragen ließ und drei Tage lang darauf gut sichtbar blieb, da die

Messungen ja immer von demselben Punkt aus erfolgen mußten. Diese Anforderung war jedoch nicht leicht zu lösen. Es wurden Ölfarbe, Stofffarbe, Sternpelfarbe, Haarfärbemittel, Waschtinte, Jod, Resorcin-Fuchsin und Kugelschreiber ausprobiert, aber keiner der Farbstoffe hielt sich drei Tage auf der Haut. Schließlich erwies sich Pikrinsäure als Mittel der Wahl. Diese wurde mit einem zugespitzten Holzstäbchen auf die Haut aufgetragen. Dabei wurde versucht, den Punkt so klein wie möglich zu halten. Je nach Hautbeschaffenheit zerfloß die Flüssigkeit etwas, so daß bei einigen Patienten eine Ungenauigkeit von 0,1 - 0,3 mm nicht zu umgehen war.

Die Markierungspunkte wurden an Hautbezirken angebracht, die durch die mimische Muskulatur möglichst wenig beeinflußt werden, weshalb wir folgende Bezirke wählten:

Subnasale	-	Gnathion
Alare	-	Unterkieferrand
Pronasale	-	Gnathion.

Nach MARTIN-SALLER (29) werden die oben angeführten Punkte wie folgt definiert:

Subnasale: Derjenige Punkt, der an dem einspringenden Winkel des Unterrandes der Nasenscheidewand und der Oberlippe gelegen ist.

Pronasale: Der am meisten nach vorn vorstehende Punkt der Nasenspitze bei Einstellung des Kopfes in die Ohraugenebene.

Alare: Derjenige Punkt des Nasenflügels, der am meisten seitlich ausgeladen ist.

Gnathion: Derjenige Punkt des Unterrandes des Unterkiefers, der in der Mediansagittalebene am meisten nach unten vorragt.

Der Meßpunkt am Unterkieferrand liegt beim Alare senkrecht zum Alare. Beim Pronasale wurde die Meßstrecke durch das Gnathion begrenzt, also demjenigen Punkt des Unterrandes des Unterkiefers, der in der Mediansagittalebene am meisten nach unten vorragt.

Vor Beginn der Messungen wurde der sitzende Patient aufgefordert, eine aufrechte, entspannte Haltung einzunehmen, ohne sich dabei anzulehnen und geradeaus zu schauen, so daß die Frankfurter Horizontale parallel zum Fußboden verlief. Daraufhin wurde der Proband angewiesen, die Muskulatur weitestgehend zu entspannen; der zwanglose Lippenschluß mußte dabei gewährleistet sein. An den markierten Punkten wurden nun mit Hilfe eines Hautzirkels die

Werte gemessen und notiert. Anschließend ließ man den Patienten die Schlußbißlage einnehmen; auch dieser Abstand wurde gemessen und festgehalten. Die Differenz aus den beiden gemessenen Strecken ergab den interokklusalen Ruhespalt.

Anschließend wurde der Patient gebeten, den Kopf ungefähr um 10° bis 15° zurückzunehmen. Auch in dieser Kopfhaltung - "Dorsalhaltung des Kopfes" - wurden die Messungen sowohl in der physiologischen Ruhelage wie auch in zentraler Okklusion vorgenommen und die erhaltenen Werte notiert.

Beim dritten Untersuchungsgang nahm der Proband den Kopf im Winkel von ungefähr 10° bis 15° nach unten - "Ventralhaltung des Kopfes" -; die gleichen Messungen wurden durchgeführt. Die Abstände in der physiologischen Ruhelage und in zentraler Okklusion wurden ebenfalls aufgeschrieben.

5. AUSWERTUNG DER UNTERSUCHUNGEN

Die eigentliche Auswertung der Meßergebnisse erfolgte mit der mehrfachen Varianzanalyse ⁺⁾ . Diese erlaubt, mehrere gleichzeitig einen Meßwert beeinflussende Faktoren getrennt zu betrachten und zu beurteilen, ob die Mittelwerte der einzelnen Einflußfaktoren Unterschiede aufweisen.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde bei jeder Versuchsperson die Abstandshaltung des Unterkiefers an drei verschiedenen Meßpunkten bei drei verschiedenen Kopflagen jeweils morgens, mittags und abends an drei aufeinanderfolgenden Tagen bestimmt. Als Fragen ergeben sich deshalb:

Lassen sich zwischen

- a) den Mittelwerten der drei Meßpunkte
 - b) den Mittelwerten der drei Kopfhaltungen
 - c) den Mittelwerten der Messungen früh, mittags und abends
- gesicherte Unterschiede nachweisen.

Außerdem interessiert, wie groß die Versuchsstreuung zwischen den Versuchspersonen und zwischen den einzelnen Tagen ist.

Weiterhin soll untersucht werden, ob sich die einzelnen Altersgruppen übereinstimmend verhalten.

⁺⁾ Die Berechnungen wurden vorgenommen mit

BMD-Programm VO 2 - BIOMEDICAL COMPUTER PROGRAMS

Bei der Varianzanalyse wird die Gesamtsumme der Abweichungsquadrate (SAQ) zerlegt in die durch die einzelnen Einflußfaktoren bedingten Anteile. Aus diesen erhält man durch Division durch die entsprechende Zahl der Freiheitsgrade die sog. mittleren Abweichungsquadrate (MAQ).

Es wird geprüft, ob das berechnete MAQ größer ist als nach dem jeweiligen Bezugsmaß zu erwarten. Ein Unterschied gilt als gesichert, wenn der Quotient MAQ/Bezugsmaß außerhalb der Grenzen der Fehlerverteilung für $P = 0,01$ liegt. Das als Bezugsmaß zu verwendende MAQ ist abhängig vom Modell der Varianzanalyse.

Man unterscheidet Faktoren, die als Stichproben aus großen Grundgesamtheiten zu betrachten sind (Zufallsfaktoren), und sog. fixe Faktoren, die nicht als Stichproben anzusehen sind.

Bei den vorliegenden Untersuchungen sind die Versuchspersonen und die Tage als Zufallsfaktoren anzusehen, während Meßpunkte, Lagen und Tageszeiten fixe Faktoren darstellen. Insgesamt handelt es sich um ein gemischtes Modell der Varianzanalyse. Die für die einzelnen Fragestellungen korrekten F-Teste leiten sich aus der Berechnung der Erwartungswerte der MAQ ab.

Die Erwartungswerte der MAQ wurden nach dem von BROWNLEE (6) angegebenen "finite-population-Modell" der mehrfachen Varianzanalyse berechnet. Die Zufallsfaktoren, wie z.B. Versuchspersonen (a), Tage(e), werden mit kleinen (a, e), die fixen Faktoren, wie Meßpunkte (B), Tageszeiten (C), Lagen (D) mit großen (B, C, D) Buchstaben bezeichnet. Die Wechselwirkungen, die die gegenseitige Beeinflussung der Faktoren beschreiben, werden mit Kombination dieser Buchstaben (z.B. aB, Wechselwirkung Versuchsperson - Meßpunkte; BC, Wechselwirkung Meßpunkte - Tageszeiten usw.) bezeichnet.

Umfang innerhalb der einzelnen Faktoren

Faktor	Bezeichnung
a	r
B	t
C	u
D	v
e	w

Erwartungswerte der mittleren Abweichungsquadrate (MAQ) bei fünffacher Varianzanalyse. Modell aBCDe

a	σ^2	+	$tu\nu\sigma^2_{ae}$	+	$tu\nu w\sigma^2_a$				
B	σ^2	+	$u\nu\sigma^2_{aBe}$	+	$u\nu w\sigma^2_{aB}$	+	$ru\nu\sigma^2_{Be}$	+	$ru\nu w\sigma^2_B$
C	σ^2	+	$tv\sigma^2_{aCe}$	+	$tvw\sigma^2_{aC}$	+	$rtv\sigma^2_{Ce}$	+	$rtvw\sigma^2_C$
D	σ^2	+	$tu\sigma^2_{aDe}$	+	$tuw\sigma^2_{aD}$	+	$rtu\sigma^2_{De}$	+	$rtuw\sigma^2_D$
e	σ^2	+	$tu\nu\sigma^2_{ae}$	+	$rtu\nu\sigma^2_e$				
aB	σ^2	+	$u\nu\sigma^2_{aBe}$	+	$u\nu w\sigma^2_{aB}$				
aC	σ^2	+	$tv\sigma^2_{aCe}$	+	$tvw\sigma^2_{aC}$				
aD	σ^2	+	$tu\sigma^2_{aDe}$	+	$tuw\sigma^2_{aD}$				
ae	σ^2	+	$tu\nu\sigma^2_{ae}$						
BC	σ^2	+	$v\sigma^2_{aBCe}$	+	$v w\sigma^2_{aBC}$	+	$rv\sigma^2_{BCe}$	+	$rvw\sigma^2_{BC}$
BD	σ^2	+	$u\sigma^2_{aBDe}$	+	$u w\sigma^2_{aBD}$	+	$ru\sigma^2_{BDe}$	+	$ruw\sigma^2_{BD}$
Be	σ^2	+	$u\nu\sigma^2_{aBe}$	+	$ru\nu\sigma^2_{Be}$				
CD	σ^2	+	$t\sigma^2_{aCDe}$	+	$t w\sigma^2_{aCD}$	+	$rt\sigma^2_{CDe}$	+	$rtw\sigma^2_{CD}$
Ce	σ^2	+	$tv\sigma^2_{aCe}$	+	$rtv\sigma^2_{Ce}$				
De	σ^2	+	$tu\sigma^2_{aDe}$	+	$rtu\sigma^2_{De}$				
aBC	σ^2	+	$v\sigma^2_{aBCe}$	+	$v w\sigma^2_{aBC}$				
aBD	σ^2	+	$u\sigma^2_{aBDe}$	+	$u w\sigma^2_{aBD}$				
aBe	σ^2	+	$u\nu\sigma^2_{aBe}$						
aCd	σ^2	+	$t\sigma^2_{aCDe}$	+	$t w\sigma^2_{aCD}$				
aCe	σ^2	+	$tv\sigma^2_{aCe}$						
aDe	σ^2	+	$tu\sigma^2_{aDe}$						
aBCD	σ^2	+	σ^2_{aBCDe}	+	$w\sigma^2_{aBCD}$				
aBCe	σ^2	+	$v\sigma^2_{aBCe}$						
aBDe	σ^2	+	$u\sigma^2_{aBDe}$						
BCDe	σ^2	+	σ^2_{aBCDe}	+	$r\sigma^2_{BCDe}$				
aBCDe	σ^2	+	σ^2_{aBCDe}						

Korrekte F-Teste bei gemischtem Modell (aBCDe)

Aus den Erwartungswerten der MAQ ergeben sich folgende F-Teste zur Beurteilung des Unterschiedes zwischen den Mittelwerten:

a	MAQ_a / MAQ_{ae}
B	$MAQ_B / (MAQ_{aB} + MAQ_{Be} - MAQ_{aBe})$
C	$MAQ_C / (MAQ_{aC} + MAQ_{Ce} - MAQ_{aCe})$
D	$MAQ_D / (MAQ_{aD} + MAQ_{De} - MAQ_{aDe})$
e	MAQ_e / MAQ_{ae}
aB	MAQ_{aB} / MAQ_{aBe}
aC	MAQ_{aC} / MAQ_{aCe}
aD	MAQ_{aD} / MAQ_{aDe}
ae	MAQ_{ae} / MAQ_R
Ce	MAQ_{Ce} / MAQ_{aCe}
aCe	MAQ_{aCe} / MAQ_R

Am Beispiel der Gruppe 2 werden Varianzanalysen mit F-Test gezeigt.

a) Varianzanalyse

Varianz	Freiheitsgrad	SAQ	MAQ
a	29	1220.66	42.09
B	2	0.02	0.01
C	2	28.21	14.10
D	2	0.51	0.25
e	2	10.94	5.47
aB	58	1.84	0.03
aC	58	107.65	1.85
aD	58	5.92	0.10
ae	58	68.25	1.17
BC	4	0.11	0.02
BD	4	0.13	0.03

Fortsetzung: Varianzanalyse

Varianz	Freiheitsgrad	SAQ	MAQ
Be	4	0,15	0.03
CD	4	0.03	0.00
Ce	4	5.84	1.46
De	4	0.11	0.02
aBC	116	4.43	0.03
aBD	116	4.18	0.03
aBe	116	2.89	0.02
a CD	116	5.05	0.04
aCe	116	149.68	1.29
aDe	116	8.50	0.07
BCD	8	0.27	0.03
BCe	8	0.03	0.00
BDe	8	0.10	0.01
CDe	8	0.89	0.11
aBCD	232	5.97	0.02
aBCe	232	3.63	0.01
aBDe	232	5.63	0.02
aDCe	232	14.25	0.06
BCDe	16	0.17	0.11
RESIDUAL	464	8.52	0.01
TOTAL	2429	1664.72	

b) F-Test

Varianz	MAQ	Bezugsmaß	F
a	42,0920	1,1768	35,7681
B	0,01431	0,0463	0,3088
C	14,1096	2,0260	6,9642
D	0,2584	0,06750	3,8281
e	5,47078	1,1768	4,6488
aC	1,85604	1,29035	1,4383
aD	0,1022	0,0733	1,3942
ae	1,1768	0,0184	0,9119
Ce	1,4603	1,2904	70,1304
aCe	1,2904	0,0184	

ERGEBNIS

a) Beurteilung der Versuchspersonen

Die Mittelwerte der Versuchspersonen zeigen gesicherte Unterschiede. Für weitere Versuche interessiert die Größe des Bereiches, in der die Mittelwerte schwanken können. Dieser Bereich kann in folgender Weise geschätzt werden:

Aus den berechneten mittleren Abweichungsquadraten (MAQ) kann die Varianz zwischen den Versuchspersonen geschätzt werden. Für den Erwartungswert σ_a^2 erhalten wir bei Verwendung der oben angeführten Bezeichnungen

$$\sigma_a^2 = \frac{E(MAQ_a) - E(MAQ_{ae})}{t \cdot u \cdot v \cdot w}$$

$$= \frac{\sigma^2 + tuv\sigma_{ae}^2 + tuvw\sigma_a^2 - \sigma^2 - tuv\sigma_{ae}^2}{t \cdot u \cdot v \cdot w}$$

Für den empirischen Wert erhalten wir:

$$s_a^2 = \frac{MAQ_a - MAQ_{ae}}{t \cdot u \cdot v \cdot w}$$

Die Standardabweichung zwischen den Versuchspersonen ($s_a = \sqrt{s_a^2}$) ist ein Maß für den Schwankungsbereich der Mittelwerte der Versuchspersonen. Zwischen $\bar{X} \pm 2 s_a$ liegen 95% der Mittelwerte. Die Schwankungsbereiche stimmen bei allen Gruppen gut überein.

Generell kann man deshalb fordern, daß bei weiteren Versuchen die Mittelwerte der Versuchspersonen im Bereich von 1,5 - 4 mm zu erwarten sind.

Bei den einzelnen Gruppen ergeben sich folgende Werte:

$$\text{Gruppe I} \quad s_a^2 = \frac{27,54012 - 2,33470}{81} = 0,310$$

(Kinder 12-15) $s = 0,55$

$$\text{Gruppe II} \quad s_a^2 = \frac{42,0920 - 1,1768}{81} = 0,505$$

(20-25 Jahre) $s = 0,71$

$$\text{Gruppe III} \quad s_a^2 = \frac{19,47934 - 1,60656}{81} = 0,220$$

(40-45 Jahre) $s = 0,46$

$$\begin{array}{l} \text{Gruppe IV} \\ (\text{über 55 Jahre}) \end{array} \quad s_a^2 = \frac{36,27527 - 1,41752}{81} = 0,429$$

$$s = 0,66$$

Die Ergebnisse zeigen, daß die Varianz zwischen den Versuchspersonen in der Altersklasse relativ gut übereinstimmen.

b) Beurteilung der Meßpunkte

Zwischen den verschiedenen Meßpunkten bestehen bei keiner Gruppe Unterschiede. Es spielt deshalb keine Rolle, ob man als Meßpunkt das Subnasale - Gnathion, Pronasale - Gnathion oder Alare - Unterkieferrand markiert.

c) Beurteilung tageszeitlicher Schwankungen

Außer bei den Kindern lassen sich bei allen Gruppen Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Tageszeiten sichern.

Tageszeiten	Gruppe I (12-15)	Gruppe II (20-25)	Gruppe III (40-45)	Gruppe IV (über 55)
morgens (x_1)	2,58 mm	2,43 mm	2,60 mm	2,55 mm
mittags (x_2)	2,62 mm	2,59 mm	2,71 mm	2,72 mm
abends (x_3)	2,65 mm	2,69 mm	2,89 mm	2,91 mm

Der interokklusale Ruhespalt ist somit am Morgen am kleinsten, vergrößert sich gegen Mittag und ist am Abend am größten. Auch die Kinder zeigen in den Mittelwerten dieses Verhalten. Bei ihnen ist jedoch die Wechselwirkung Tage - Tageszeiten sehr groß, d. h., an den einzelnen Tagen ist diese Rhythmik unterschiedlich stark ausgeprägt, so daß der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Tageszeiten nicht so ausgeprägt ist, wie bei den älteren Versuchspersonen.

Bei allen Gruppen besteht keine Wechselwirkung Versuchspersonen - Tageszeiten, d. h. diese Tagesrhythmik ist bei allen Versuchspersonen in gleicher Weise vorhanden. Bei den Erwachsenen läßt sich weiterhin keine Wechselwirkung

Tage - Tageszeiten nachweisen, d.h. die Schwankung der Mittelwerte bleibt an den Versuchstagen konstant.

d) Beurteilung der unterschiedlichen Kopfhaltungen

Unterschiede des interokklusalen Spaltes während verschiedener Kopfhaltungen bestehen bei den relativ geringen Veränderungen der Kopfhaltung nur bei der Gruppe II, also Erwachsene im Alter von 20 - 25 Jahren. Dies ist eventuell darauf zurückzuführen, daß in diesem Alter noch eine scharfe Verzahnung und die Möglichkeit der Zwangshaltung des Unterkiefers besteht.

e) Beurteilung der Meßergebnisse an verschiedenen Tagen

Die Messung der Abstandshaltung an verschiedenen Tagen ergab nur bei Gruppe II gesicherte Unterschiede. Die Varianz zwischen den Tagen ist jedoch im Vergleich zur Varianz zwischen den Versuchspersonen gering.

Eine gesicherte Wechselwirkung fand sich bei allen Gruppen zwischen Tagen und Versuchspersonen, d.h., die Mittelwerte der Versuchspersonen schwanken von Tag zu Tag. Dies beruht wahrscheinlich auf temporären Schwankungen des Aktionspotentials der Muskulatur (ESCHLER (11)) oder sie werden durch psychische Faktoren (GÖPFERT (14)) oder lokale Reize beeinflusst.

f) Beurteilung der Altersgruppen

Beim Vergleich der einzelnen Altersgruppen ergab sich keine Differenz. Eine Veränderung der physiologischen Ruhelage im Verlauf des Alterns tritt also nicht ein. Die Aussage ist jedoch insofern begrenzt, als für die Messungen keine genügende Zahl von Patienten über 55 Jahre, die ein vollbezahntes Gebiß aufweisen, vorhanden war. Auch wurden, wie bereits erwähnt, die zahnlosen Patienten nicht berücksichtigt, da hier als fixer Punkt die zentrale Okklusion der natürlichen Zähne fehlt.

Wenn die obigen Tabellen mit den Mittelwerten aufmerksam verfolgt werden, fällt auf, daß die Schwankungen sehr gering sind, so daß sie für die üblichen Messungen der physiologischen Ruhelage nicht ins Gewicht fallen.

6. DISKUSSION

Die Untersuchung konnte die Ergebnisse von HUPFAUF (18) bestätigen, daß Schwankungen der Ruheschwabe des Unterkiefers zwischen 0,5 und 1,5 mm bestehen.

Außerdem wurde durch Messung der physiologischen Ruhelage des Unterkiefers festgestellt, daß sich die Abstandshaltung bis zum 55. Lebensjahr nicht verändert. Für ältere Patienten gilt jedoch eine Einschränkung, da diese zum größten Teil kein vollbezahntes Gebiß mehr aufweisen. THOMPSON (48) und TALLGREN (45) kamen durch röntgenologische Untersuchungen zu denselben Ergebnissen.

Die Schwankungen der physiologischen Ruhelage bei ein und demselben Probanden, die zwischen 0,5 und 1,5 mm liegen, sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß sich unsere Muskulatur im Wachzustand immer in einem gewissen aktiven Spannungszustand befindet. Der Tonus der Skelettmuskulatur kommt auf aktivem Weg zustande und entsteht durch die Verschmelzung zahlreicher asynchroner Erregungen, d.h. unvollkommener Tetani. Wir müssen annehmen, daß "unter normalen Bedingungen die wechselnde Grundspannung durch variierte Dauererregung von Nerven zustande kommt" (zit. nach REIN-SCHNEIDER (39)). Die Grundspannung ist also nach REIN-SCHNEIDER (39) einem dauernden Wechsel unterworfen, so daß kein konstanter Muskeltonus vorhanden ist. Aus diesem Grund kann die Abstandshaltung des Unterkiefers nicht mit absoluter Sicherheit bestimmt werden.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Die Abstandshaltung des Unterkiefers wurde bei fünf verschiedenen Altersgruppen mit je 30 Personen an drei verschiedenen Meßpunkten, bei drei verschiedenen Kopfhaltungen, jeweils morgens, mittags und abends, an drei aufeinanderfolgenden Tagen bestimmt.

Die bei unbezahnten Patienten ermittelten Werte wurden zu der statistischen Auswertung nicht herangezogen, da sie solchen Schwankungen unterworfen waren, daß sich eine Auswertung nicht als zweckmäßig erwies.

Es hat sich gezeigt, daß die Auswahl der Hautmarkierung für das Meßergebnis von untergeordneter Bedeutung ist.

Außer bei den Kindern lassen sich bei allen Gruppen Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Tageszeiten sichern. Der interokklusale Ruhespalt ist morgens am kleinsten, steigt mittags an und wird abends am größten. Auch die Kinder zeigen in den Mittelwerten dieses Verhalten, jedoch ist bei ihnen an den einzelnen Tagen die Rhythmik unterschiedlich stark ausgeprägt. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten der Messungen an verschiedenen Tageszeiten ist dagegen nicht so ausgeprägt wie bei älteren Versuchspersonen.

Der Unterschied zwischen verschiedenen Kopfhaltungen ist nur bei Gruppe II auffällig.

Der Vergleich der Meßergebnisse an verschiedenen Tagen zeigt nur bei Gruppe II gesicherte Unterschiede. Die Varianz zwischen den Tagen ist im Vergleich zur Varianz zwischen den Versuchspersonen gering. Die Mittelwerte der Versuchspersonen schwanken bei allen Gruppen von Tag zu Tag.

Beim Vergleich der einzelnen Altersgruppen ergab sich keine Differenz. Eine Veränderung der Abstandshaltung des Unterkiefers bis zum 55. Lebensjahr tritt nicht ein. Für ältere Patienten ist diese Aussage insofern begrenzt, als diese meistens über kein vollbezahntes Gebiß mehr verfügen.

Werden die statistisch errechneten Mittelwerte der obigen Tabellen verglichen, stellt sich heraus, daß ihre Schwankungen sehr gering sind. Für die üblichen Messungen der physiologischen Ruhelage des Unterkiefers sind sie deshalb ohne Bedeutung.

Auf Grund der Untersuchungen ist es nicht möglich, die physiologische Ruhelage als konstante Größe anzusehen. Sie kann nur als Anhaltswert betrachtet werden, was ihre Bedeutung für die prothetische Zahnheilkunde nicht mindert.

Mittelwerte des interokklusalen Spaltes in mm

Probanden der

no.	Gruppe I (12-15)	Gruppe II (20-25)	Gruppe III (40-45)	Gruppe IV (ab 55)
ad No.				
1	2.40988	3.61358	3.78395	4.32469
2	2.61728	2.61111	3.05926	3.12716
3	1.63827	2.27778	2.16667	2.27407
4	2.61852	2.66667	2.83086	3.00000
5	2.46049	3.76914	3.77778	2.82963
6	2.26914	3.21605	2.16667	3.57407
7	3.33333	1.78148	2.76790	3.94815
8	2.66049	2.56173	2.44444	2.16667
9	3.10000	3.56543	2.50000	2.00000
10	2.55185	3.16667	3.05062	2.60741
11	2.28148	1.43333	2.55556	2.88889
12	3.27778	2.27778	2.16667	2.06543
13	2.85679	2.95432	3.60247	2.55556
14	2.82222	2.78148	3.44568	4.26173
15	2.05556	2.77778	2.65309	2.72222
16	2.20988	2.87654	3.48765	2.10864
17	1.89506	2.39136	2.16914	2.66667
18	2.11358	1.80864	2.32346	3.71975
19	3.29877	3.43704	2.66667	3.11728
20	1.67531	2.79877	2.61235	2.44198
21	2.05679	2.80864	2.50000	2.82839
22	2.29506	1.86173	2.27160	2.17284
23	2.86914	1.94198	2.82222	2.70864
24	2.86914	1.49506	2.33333	2.65679
25	3.84691	1.67037	3.05185	1.94691
26	2.56173	1.61728	2.60617	2.16296
27	3.77778	2.76543	2.71975	2.33704
28	2.47160	1.54938	2.77778	2.33333
29	3.56420	2.67778	2.00000	1.83333
30	2.00123	3.98889	2.72222	2.39506

Gruppe I (12-15 Jahre)

Varianz	Freiheitsgrad	SAQ ⁺	MAQ ⁺
a	29	798.66	27.54
B	2	0.00	0.00
C	2	1.62	0.81
D	2	0.06	0.03
e	2	0.88	0.44
aB	58	1.91	0.03
aC	58	115.49	1.99
aD	58	2.28	0.03
ae	58	135.41	2.33
BC	4	0.09	0.02
BD	4	0.10	0.02
Be	4	0.23	0.05
CD	4	0.04	0.01
Ce	4	40.73	10.18
De	4	0.02	0.00
aBC	116	4.28	0.03
aBD	116	4.27	0.03
aBe	116	4.68	0.04
aCD	116	4.89	0.04
aCe	116	243.80	2.10
aDe	116	2.52	0.02
BCD	8	0.24	0.03
BCe	8	0.30	0.03
BDe	8	0.28	0.03
CDe	8	0.10	0.01
aBCD	232	7.95	0.03
aBCe	232	9.24	0.03
aBDe	232	4.92	0.02
aDCe	232	5.24	0.02
BCDe	16	0.36	0.02
RESIDUAL	464	9.14	0.01
TOTAL	2429	1399.90	

<sup>+) SAQ = Gesamtsumme der Abweichungsquadrate
MAQ = mittlere Abweichungsquadrate</sup>

Gruppe III (40-45 Jahre)

Varianz	Freiheitsgrad	SAQ	MAQ
a	29	564.90	19.47
B	2	0.00	0.00
C	2	35.95	17.97
D	2	0.04	0.02
e	2	0.85	0.42
aB	58	0.21	0.00
aC	58	85.11	1.46
aD	58	0.14	0.00
ae	58	93.18	1.60
BC	4	0.01	0.00
BD	4	0.01	0.00
Be	4	0.02	0.00
CD	4	0.00	0.00
Ce	4	1.79	0.44
De	4	0.06	0.01
aBC	116	0.36	0.00
aBD	116	0.38	0.00
aBe	116	0.68	0.00
aCD	116	0.48	0.00
aCe	116	172.36	1.48
aDe	116	0.51	0.00
BCD	8	0.02	0.00
BCe	8	0.03	0.00
BDe	8	0.06	0.00
CDe	8	0.01	0.00
aBCD	232	0.77	0.00
aBCe	232	1.16	0.00
aBDe	232	1.15	0.00
aDCe	232	1.10	0.00
BCDe	16	0.16	0.01
RESIDUAL	464	2.17	0.00
TCTAL	2429	963.81	

Gruppe IV (ab 55 Jahre)

Varianz	Freiheitsgrad	SAQ	MAQ
a	29	1051.98	36.27
B	2	0.02	0.01
C	2	52.07	26.03
D	2	0.00	0.00
e	2	2.08	1.04
aB	58	0.54	0.00
aC	58	82.46	1.42
aD	58	0.14	0.00
ae	58	82.21	1.41
BC	4	0.05	0.01
BD	4	0.01	0.00
Be	4	0.05	0.01
CD	4	0.00	0.00
Ce	4	10.00	2.50
De	4	0.01	0.00
aBC	116	1.56	0.01
aBD	116	0.32	0.00
aBe	116	0.91	0.00
aCD	116	0.25	0.00
aCe	116	200.22	1.72
aDe	116	0.80	0.00
BCD	8	0.02	0.00
BCe	8	0.07	0.00
BDe	8	0.13	0.01
CDe	8	0.05	0.00
aBCD	232	0.60	0.00
aBCe	232	2.06	0.00
aBDe	232	1.83	0.00
aDCe	232	1.42	0.00
BCDe	16	0.12	0.00
RESIDUAL	464	3.55	0.00
TOTAL	2429	1495.68	

SCHRIFTTUM

1. ATWOOD, D. A.: A review of the fundamentals on rest position and vertical dimension. Intern. Dent. 9, H. 1, 6 (1959)
2. BECKENBACH, K.: Untersuchungen der Bißhöhe im Schlußbiß und während der Ruhelage des Unterkiefers.
Med. Diss. Mainz, 1956
3. BOOS, R. H.: Occlusion from rest position,
J. Prosth. Dent. 2, 575-588 (1952)
4. BROADBENT, G. S.: A new x-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthodontist, 1, 45-46 (1931)
5. BRODIE, A. G. and SERNAT, B. G.: Ectodermal dysplasia (anhidrit type) with complete anodontia.
J. Dis. Child, 64, 45 (1942)
6. BROWNLIE: Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering. John Wiley u. Sons Inc., New York/London 1960
7. CAVALLI-SFORZA, L.: Grundbegriffe der Biometrie.
VEB Gustav Fischer, Jena (1965)
8. COOK, J.: Practicable relationships as applied for mouth rehabilitation procedures. Dent. Digest 60, H. 12 (1954)
9. ESCHLER, J. und PAUL, H.: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen den marginalen Parodontopathien.
Stoma 9, 56-68 (1956)
10. ESCHLER, J.: Die freien Leerbewegungen und die Ruhelage des Unterkiefers als koordinierte Funktion.
Österr. Zschr. Stomat. 58, H. 8 (1961)
11. ESCHLER, J.: Zur Physiologie und Pathologie der Ruhelage des Unterkiefers. Fortschr. Kieferorthop. 26, 31 (1965)
12. FALTIN, K.: Die Ruheschwebe im Fernröntgenbild.
Fortschr. Kieferorthop. 24, 408 (1963)
13. GARNICK, J. und RAMFJORD, P.: Rest position, an electromyographic and clinical investigation. J. Prosth. Dent. 12, 895 (1962)
14. GÖPFERT, H. und GÖPFERT, C.: Die Restaktivität in der ruhenden Muskulatur des Mundes und Kauapparates.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 9, 357 (1954)
15. GYSI: Beitrag zum Artikulationsproblem (1908)
16. HOTZ, R.: Orthodontie in der täglichen Praxis.
S. 63-65, 69, 105, 1. Aufl. Bern: Huber (1954)

17. HUPFAUF, L.: Die Rekonstruktion der Bißhöhe und Bißlage im Lückengebisse. Zahnärztl. Praxis 10, 85 (1959)
18. HUPFAUF, L.: Über die physiologische Ruhelage des Unterkiefers. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 14, 1014-1017 (1959)
19. HUPFAUF, L.: Über die Bißhebung im Lückengebisse. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 16, 265 (1961)
20. JARABAK, J. R.: An electromyographic analysis of muscular behavior in mandibular movements for rest position. J. Prosth. Dent. 7, 682-710 (1957)
21. JUNG, F.: Die Behandlung des Tiefbisses. Zahnärztl. Reform 56, 47-49 (1955)
22. JUNG, F.: Beitrag zum Funktionsmechanismus des Gebißsystems. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 14, H. 10, 723 (1959)
23. JUNG, F.: Mündliche Mitteilung. Oktober 1965
JUPITZ zitiert nach PARADIES, F. (33)
24. KAZIE, H.: Complete mouth rehabilitation through restoration of lost vertical dimension. J. Am. Dent. Ass. 37, 19 (1948)
25. KEMENY, I.: Die prothetische Bedeutung der physiologischen Ruhelage des Unterkiefers. Dtsch. Stomat. 6, 521 (1956)
26. KLIPPEL, G.: Untersuchungen zur Bestimmung der Bißhöhe mit Hilfe der physiologischen Ruheschwebe des Unterkiefers und ihre Bewertung durch grundsätzliche statische Rechnungsarten. Med. Diss. Jena, 1960
27. KRAFT, E.: Über die Bestimmung der sogenannten Zentralokklusion. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 16, 1226 (1961)
28. LANDA, J. S.: The freeway-space and its significance in the rehabilitation of the masticatory apparatus. J. Prosth. Dent. 2, 756-779 (1952)
29. MARTIN-SALLER: Lehrbuch der Anthropologie. Bd. I, 316-321, Gustav Fischer Stuttgart (1957)
30. MERSHON, J. K.: Possibilities of limitations in treatment of closed bites. J. Intern. Orthodont. 23, 581-599 (1937)
31. MOYERS, R.: Einige physiologische Erwägungen über zentrische und andere Relationen der Kiefer. Quintessenz Berlin, H. 5, 753 (1956)
32. NAWRATH, K.: Über Längen- und Winkelwerte der Fernröntgenaufnahme des Schädels. Fortschr. Kieferorthop. 19, 241-244 (1958)
33. NISWONGER, M. E.: The rest position of the mandible and the centric relation. J. Am. Dent. Ass. 21, 1572-1582 (1934)

34. PARADIES, F.: Der goldene Schnitt und seine Bedeutung für den Zahnarzt.
Dtsch. Mschr. Zahnhlk. 28, (1910)
35. PLEASURE, M. A.: Correct certical dimension and freeway-space.
J. Am. Dent. Ass. 43, 160-163 (1951)
36. RAKOSI, Th.: Die Ruhelage am Fernröntgenbild und ihre Bedeutung für
die Kieferorthopädie. Fortschr. Kieferorthop. 22, 409 (1961)
37. REICHBORN-KJENNERUD, I.: In Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Bd.4, S.509, 1. Aufl., München: Urban & Schwarzenberg (1956)
38. REICHENBACH, E.: Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde, Bd. II,
S.238-264, 3. Aufl., Barth, Leipzig 1963
39. REIN-SCHNEIDER: Physiologie des Menschen, S.391-405, 12. Aufl.,
Berlin-Göttingen-Heidelberg Springer 1956
40. RICKETTS, R. M.: Laminagraphie in the diagnosis of temporomandibular
joint disorders. J. Am. Dent. Ass. 46, 420 (1953)
41. SCHRÖDER, H.: Lehrbuch der techn. Zahnheilkunde, Bd. I, S.312,
1. Aufl., Berlin: Meuser 1927
42. SCHWARTZ, A. M.: Die Röntgenstatistik, S.103, Urban & Schwarzen-
berg, Wien-Innsbruck 1958
43. STEINHARDT, G.: Über die gegenseitige Abhängigkeit zwischen Para-
dentium und Kiefergelenk beim Kauvorgang.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 5, H. 21 (1950)
44. STEINHARDT, G.: Die Bedeutung der Form und Funktion der Kiefer-
gelenke für die Herstellung der totalen Prothese. Zahn-, Mund- und
Kieferkrankh. in Vorträgen, H. 5, München 1951
45. TALLGREN, A.: Changes in adult face height, due to agering, wear and
lose of teeth. Acta Odontol. Scandinavica, Vol. 15, Suppl. 24,
Helsinki 1957
46. TALLGREN, A.: Changes in the mandibular rest position in adults.
Odontologisk Forening. Kobenhaven, S.96-107 (1963)
47. THIEL van, H.: Zu eingigen Problemen der totalen Gebißprothese.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 6, 137-142 (1952)
48. THIEL van, H.: Die Bißregistrierung in horizontaler und vertikaler
Richtung. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. in Vorträgen, H. 14,
S. 67-76, München: Hanser 1954
49. THOMPSON, J. R.: The rest position of the mandible and its significance
to dental science. J. Am. Dent. Ass. 33, 151-180 (1946)
50. WILD, W.: Funktionelle Prothetik.
1. Aufl., Schwabe: Basel 1950

Herrn Privatdozent Prof. Dr. L. Hupfauf möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und für die allzeit gewährte Unterstützung herzlich danken.

Gleichzeitig möchte ich Herrn Professor Dr. F. Jung für die Übernahme des Korreferates Dank sagen.

Herrn Professor Dr. Dr. S. Koller und Herrn Dr. J. Dudeck vom Institut für Med. Statistik und Dokumentation danke ich für die stets freundliche Hilfe bei der Auswertung des mathematisch-statistischen Teiles.

LEBENS LAUF

Am 8. November 1928 wurde ich als Tochter des Zahnarztes Gilbert Kessler und seiner Ehefrau Martha, geborene Maier, in Tuttlingen geboren.

Von 1935-1939 besuchte ich die Volksschule und von 1939-1942 die Mittelschule in Tuttlingen. In der Zeit von 1942-1949 ging ich zur Oberschule in Friedrichshafen, Rottweil und Tuttlingen, wo ich im Juli 1949 die Reifeprüfung ablegte.

Als Sachbearbeiterin war ich von 1951-1960 in der Industrie tätig.

Im August 1953 heiratete ich den Rechtsanwalt Hanspeter Köppen. Die Ehe wurde im Mai 1960 ohne eigenes Verschulden geschieden.

Das zahnmedizinische Studium begann ich im Wintersemester 1960 an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz, wo ich im Sommersemester 1963 die zahnärztliche Vorprüfung und im Sommersemester 1966 das zahnärztliche Staatsexamen mit der Note "gut" bestand.

